

(19) Japanese Patent Office (JP)

(12) Official Gazette for Unexamined Patents (A)

(11) Kokai Patent No. Hei 4(1992)-221,031

(43) Kokai Date: August 11, 1992

JACS ?

Technical labels

(51) <u>Int. Cl.<sup>5</sup>:</u>	<u>Identification Symbols:</u>	<u>Internal File No.:</u>	<u>FI:</u>
C22C 9/00		6919-4K	
B29C 33/38		8927-4F	
45/26		6949-4F	
C22F 1/08	M	9157-4K	

Request for Examination: Not Requested

Number of Claims: 3

(Total of 4 Pages)

(54) HIGH-STRENGTH COPPER ALLOY WITH HIGH HEAT CONDUCTIVITY  
USED IN MOLDS FOR PLASTIC MOLDING AND METHOD FOR ITS  
PRODUCTION

(21) Application No. Hei 2(1990)-413,303

(22) Filing Date: December 21, 1990

1-11

(71) Applicant: 000231109  
Nihon Kogyo Co., Ltd.  
10-1, Toranomom 2 chome, Minato-ku, Tokyo-to

(72) Inventors: Yasuo Hirano  
Nihon Kogyo Co., Ltd., Kurami Branch, Kurami 3,  
Samukawa-cho, Takakura-gun, Kanagawa-ken

Hideo Takashi  
Nihon Kogyo Co., Ltd., Kurami Branch, Kurami 3,  
Samukawa-cho, Takakura-gun, Kanagawa-ken

(74) Agent: Tetsuro Kawabe, Patent Attorney

(57) [Abstract] (With Revisions)

[Object] To present high-strength copper alloys used in molds for plastic molding that are easy to produce and have high strength at high temperatures and excellent heat conductivity.

[Structure] These copper alloys are characterized in that they contain 0.1 – 1.5 wt% Be and 0.001 to 3.0 wt% of one or two or more from the group consisting of Zn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Zr, Ti, Ag, Pb, B, Ni, Si, and lanthanide series elements as auxiliary components, with the remainder consisting of Cu and unavoidable impurities. It is also characterized in that after hot forging, the copper alloy is solution-annealed at 600°C or higher, it is cooled at a cooling rate of 1°C/second or faster, [the product] is cold worked to a draft of 20% or higher, and then aging treatment is performed at 250 to 500°C.

### [Scope of Patent Claims]

[Claim 1] A high-strength copper alloy with high heat conductivity used in molds for plastic molding, characterized in that it contains 0.1 – 1.5 wt% Be, with the remainder being Cu and unavoidable impurities.

[Claim 2] A high-strength copper alloy with high heat conductivity used in molds for plastic molding, characterized in that it contains 0.1 – 1.5 wt% Be and 0.001 – 3.0 wt% of one or two or more of the group consisting of Zn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Zr, Ti, Ag, Pb, B, Ni, Si, and lanthanide series elements, with the remainder being Cu and unavoidable impurities.

[Claim 3] A method for producing high strength copper alloys with high heat conductivity used in molds for plastic molding, characterized in that after hot forging the copper alloys in claims 1 and 2, solution annealing is performed at 600°C, [the product] is cooled at a cooling rate of 1°C/second or faster, then cold working is performed at a draft of 20% or more, and aging treatment is performed at 250 – 500°C.

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Field of Use]

The present invention pertains to copper alloys used in molds for molding plastics that have particularly high strength and heat conductivity and a method for their production.

[0002]

[Prior Art]

Iron and steel materials and copper alloys are often used as the materials for molds for molding plastics, but there is a demand for mold materials with high heat conductivity in order to curtail the molding cycle time. Problems with these materials include disadvantages in that although iron and steel materials have excellent high-temperature strength, they have low heat conductivity and the temperature gradient from inside to outside the mold is large and therefore, the mold readily cracks and service life is short. Moreover, copper alloys have a disadvantage in that they do have high heat conductivity, but their strength is insufficient and therefore, deformation readily occurs under compressive stress during plastic molding. The addition of metal elements in order to improve strength has been considered, but there is generally a problem with the addition of metal elements in that there is a reduction in heat conductivity and the molding cycle is prolonged.

[0003]

[Problems to be solved by the invention]

Thus, at the present time the object is how to shorten the molding cycle of the product in order to improve productivity, and there is therefore a demand for materials for molds that are of high strength, have high high-temperature strength, and have high conductivity.

[0004]

The properties required of materials used in molds for molding plastics are high strength, excellent high-temperature strength, and excellent heat conductivity.

[0005]

The present invention is in light of these points, its object being to present a material that is easy to produce and has high strength, high strength at high temperatures, and excellent heat conductivity.

[0006]

[Means for solving problems]

The copper alloys used in molds for molding plastics of the present invention are characterized in that in order to accomplish the above-mentioned object, they contain 0.1 – 1.5 wt% Be and 0.001 – 3.0 wt% of one or two or more of the group consisting of Zn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Zr, Ti, Ag, Pb, B, Ni, Si, and lanthanide-series elements, with the remainder being Cu and unavoidable impurities. Moreover, it is also characterized in that after hot forging, the copper alloy is solution-annealed at 600°C or higher, it is cooled at a cooling rate of 1°C/second or faster, [the product] is cold-worked to a draft of 20% or higher, and then aging treatment is performed at 250 to 500°C.

[0007]

The copper alloys for molds for molding plastics of the present invention will be described in detail below: Be is an element that improves strength without reducing conductivity because it precipitates in the Cu during the aging treatment that is performed after solution annealing.

[0008]

The amount of Be added is set at 0.1 – 1.5 wt% because if it is less than 0.1 wt%, the required strength is not obtained, while if the Be content exceeds 1.5 wt%, there will be marked deterioration of conductivity. Therefore, the upper limit of the Be content is set at 1.5 wt%.

[0009]

In addition, the auxiliary components Zn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Zr, Ti, Ag, Pb, B, Ni, Si, and lanthanide-series elements are elements that will precipitate in the Cu or form a solid solution to improve strength. The amount added is set at 0.001 – 3.0 wt% because if it is less than 0.001 wt%, there will be no effect while if it exceeds 3.0 wt%, strength will improve, but there will be a marked reduction in conductivity and manufacturability will also deteriorate.

[0010]

Furthermore, the solution-annealing treatment temperature is set at 600°C because solution annealing is insufficient at temperatures lower than 600°C and a material of high strength will not be obtained by the subsequent ageing treatment. The rate at which cooling is then performed is set at 1°C/second or faster because if the cooling rate is slower than 1°C/second, precipitation of the Be will occur and moldability will then deteriorate.

[0011]

The cold drawing that is then performed at a draft of 20% or more is conducted in order to improve strength. The target hardness is not obtained [if drawing is performed to] below 20%. Moreover, the reason why aging is

performed at 250 – 500°C is because if it is performed at a temperature below 250°C, it will take too much time to obtain the target strength, while if aging is performed at a temperature exceeding 500°C, the amount of Be that precipitates is small and sufficient hardness and heat conductivity will not be obtained.

[0012]

[Examples]

Next, the results of evaluating the high-strength copper alloys with high heat conductivity used in molds for plastic molding of the present invention will be described with comparative alloys.

[0013]

The alloys with the components in Table 1 were hot forged and then shaved to a thickness of 20 mm. Then solution-annealing treatment was performed as appropriate. [The materials] were then cold drawn and aged.

[0014]

Test samples were taken from the materials obtained in this way for tensile tests, Charpy impact tests, and heat conductivity determinations. Moreover, the results of determining the properties of each alloy at room temperature and 300°C are shown in Table 1.

[0015]

[Table 1]

[0016]

As is clear from Table 1, it was found that in contrast to the fact that the alloys of the present invention have good high-temperature strength, heat

conductivity, and impact resistance, Comparative Alloy No. 12 was solution-annealed at too low a temperature and sufficient strength was not obtained and impact resistance was also low. Moreover, the cooling rate of No. 13 was slow and sufficient strength and sufficient strength and impact resistance were similarly not obtained. Moreover, the cooling speed of No. 13 was slow and sufficient strength and impact resistance were similarly not obtained. Similarly, the cold draft of No. 14 was too low and therefore, sufficient strength and impact resistance were not obtained. Furthermore, the aging temperature was low with No. 15 and even when aging time was long at 10 hours, sufficient strength and impact resistance were not obtained. On the other hand, aging temperature was too high with No. 16 and therefore, there was too much Be in the form of a solid solution and consequently heat conductivity was low. Furthermore, there was little Be in No. 17 and therefore, sufficient strength and impact resistance were not obtained. In addition, there was too much auxiliary component in No. 18 and therefore, strength and impact resistance were sufficient, but heat conductivity was low.

[0017]

[Results of the Invention]

The alloys of the present invention that were previously described have high strength and excellent high-temperature strength and impact resistance. Moreover, heat conductivity is high and therefore, a major result is that improvement of productivity can be expected because the required time for molding plastics can be greatly curtailed. Furthermore, by means of the



production method of the present invention, solid annealing is sufficient and materials of high strength are obtained by the subsequent aging treatment. Moreover, materials for molds for molding plastics with good workability are obtained. Furthermore, because cold drawing is performed at a draft of 20% or higher, the targeted high hardness is easily obtained. In addition, aging treatment is performed at 250 – 500°C and therefore, sufficient strength and heat conductivity were obtained.

[Table 1-1]

	Chemical component (wt%)		Solution-annealing treatment conditions		Draft (%)	Aging treatment			Room temperature				300°C
	Be	Auxiliary components	Temp-erature (°C)	Cooling rate (°C/sec)		Tem-perature (°C)	Time (h)	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	0.2% proof stress (kg/mm <sup>2</sup> )	Elonga-tion (%)	Heat conduct-ivity (*)	Charpy impact value (kg-m/cm <sup>2</sup> )	
Alloys of the present invention	1	0.4	--	700	10	40	420	3	88	66	17	0.48	15.1
	2	0.4	2.1 Zn 0.6 Sn	700	10	40	420	3	91	82	19	0.39	14.5
	3	0.4	0.2 Mg 0.006 P	700	10	40	420	3	93	84	18	0.45	15.8
	4	0.4	0.05 Cr 0.03 Zr	700	10	40	420	3	94	84	19	0.48	16.0
	5	0.4	0.05 Ti	700	10	40	420	3	98	88	19	0.42	19.4
	6	0.4	1.1 Fe 0.2 Co	700	10	40	420	3	91	82	18	0.42	15.5
	7	0.4	0.006 As 0.6 Al	700	10	40	420	3	90	81	19	0.38	16.1
	8	0.4	0.06 Ag	700	10	40	420	3	90	82	19	0.48	13.4

[Table 1-2]

	Chemical component (wt%)		Solution-annealing treatment conditions		Draft (%)	Aging treatment		Room temperature					300°C
	Be	Auxiliary components	Temperature (°C)	Cooling rate (°C/sec)		Temperature (°C)	Time (h)	Tensile strength (kg/mm <sup>2</sup> )	0.2% proof stress (kg/mm <sup>2</sup> )	Elongation (%)	Heat conductivity (*)	Charpy impact value (kg-m/cm <sup>2</sup> )	
Alloys of the present invention	9 0.8	0.2 Mn 0.005 Sb	800	10	40	420	3	91	82	18	0.45	17.3	
	10 0.8	0.005 Pb 0.13 B	800	10	40	420	3	90	81	18	0.42	17.1	
	11 0.8	1.2 Ni 0.2 Si 0.003 Ce	800	10	40	420	3	96	87	19	0.48	20.2	
Comparative examples	12 0.4	--	550	10	40	420	3	62	49	18	0.45	10.6	
	13 0.4	--	700	0.5	40	420	3	65	52	17	0.48	11.4	
	14 0.4	--	700	10	10	420	3	70	56	23	0.48	11.7	
	15 0.4	--	700	10	40	200	10	59	47	18	0.40	10.1	
	16 0.4	--	700	10	40	550	3	69	55	18	0.33	12.2	
	17 0.05	--	700	10	40	420	3	61	48	18	0.48	10.5	
	18 0.4	5.0 Mn	700	10	40	420	3	92	83	18	0.18	16.1	

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平4-221031

(43) 公開日 平成4年(1992)8月11日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 9/00		6919-4K		
B 2 9 C 33/38		8927-4F		
45/26		6949-4F		
C 2 2 F 1/08	M	9157-4K		

審査請求 未請求 請求項の数3(全4頁)

(21) 出願番号	特願平2-413303	(71) 出願人	000231109 日本鋳業株式会社 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号
(22) 出願日	平成2年(1990)12月21日	(72) 発明者	平能 康雄 神奈川県高座郡寒川町倉見三番地 日本鋳業株式会社倉見工場内
		(72) 発明者	宗 秀彦 神奈川県高座郡寒川町倉見三番地 日本鋳業株式会社倉見工場内
		(74) 代理人	弁理士 阿部 哲朗

(54) 【発明の名称】 高強度高熱伝導性プラスチック成形金型用銅合金およびその製造方法。

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 製造性が容易で、高強度で高温強度が高く、しかも熱伝導率に優れたプラスチック成形金型用銅合金材料を提供することである。

【構成】 この銅合金はBe: 0.1~1.5wt%を含有し、副成分としてZn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Zr, Ti, Ag, Pb, B, Ni, Si, ランタノイド系元素からなる群の1種、または2種以上を0.001~3.0wt%含有し、残部Cuおよび不可避免的不純物からなることを特徴としており、また、この銅合金を熱間鍛造後600℃以上で溶体化処理を行ない、その後1℃/秒以上の冷却速度で冷却した後、加工度20%以上で冷間加工を行なった後250~500℃で時効処理を行なうことを特徴としている。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Be: 0.1~1.5wt%を含有し、残部Cuおよび不可避的不純物からなることを特徴とする高強度高熱伝導性プラスチック成形金型用銅合金。

【請求項2】 Be: 0.1~1.5wt%を含有し、副成分としてZn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Zr, Ti, Ag, Pb, B, Ni, Si, ランタノイド系元素からなる群の1種または2種以上を0.001~3.0wt%含有し、残部Cuおよび不可避的不純物からなることを特徴とする高強度高熱伝導性プラスチック成形金型用銅合金。

【請求項3】 第1項および第2項記載の銅合金において熱間鍛造後600℃以上で溶体化処理を行ない、その後1℃/秒以上の冷却速度で冷却し、その後加工度20%以上で冷間加工を行なった後250~500℃で時効処理を行なうことを特徴とする高強度高熱伝導性プラスチック成形金型用銅合金の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は特に高強度で熱伝導度が大きいプラスチック成形金型用銅合金およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 プラスチック成形金型用の材料としては鉄鋼材料や銅合金が多く使用されているが、成形サイクルの時間短縮を目的として熱伝導度の大きい金型材料が要求されている。これらの材料の問題点としては鉄鋼材料は高温強度が優れているものの熱伝導性が低く、金型の内外側での温度勾配が大きく金型が割れ易く、寿命が短いという欠点があった。また銅合金は熱伝導度が高いものの強度不足であるため、プラスチック成形時に圧縮応力により変形し易い欠点を有している。その強度を向上させるために金属元素を添加することが考えられるが、一般に金属元素の添加は熱伝導度が低下し成形サイクルが長くなってしまいう問題がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 そこで現在では、生産性を向上させるため製品の成形サイクルをいかにして短縮するかが課題であり、そのためには高強度で高温強度が高く、熱伝導率が高い金型用材料が望まれている。

【0004】 プラスチック成形金型用の材料に要求される特性値は、高強度で高温強度にも優れ、かつ熱伝導率に優れていることである。

【0005】 本発明はかかる点に鑑みなされたものであり、製造性が容易で、高強度で高温強度が高く、しかも熱伝導率に優れた材料を提供することを目的としている。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明に係るプラスチッ

2

ク成形金型用銅合金は、上記目的を達成するために、Be: 0.1~1.5wt%を含有し、副成分としてZn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Zr, Ti, Ag, Pb, B, Ni, Si, ランタノイド系元素からなる群の1種または2種以上を0.001~3.0wt%含有し、残部Cuおよび不可避的不純物からなることを特徴としており、また、この銅合金熱間鍛造後600℃以上で溶体化処理を行ない、その後1℃/秒以上の冷却速度で冷却した後、加工度20%以上で冷間加工を行なった後250~500℃で時効処理を行なうことを特徴とするものである。

【0007】 以下に本発明に係るプラスチック成形金型用銅合金について詳細に説明する。Beは溶体化処理後時効処理を行なうことによりCu中に析出するため導電率を低下させることなく強度を向上させる元素である。

【0008】 Be添加量を0.1~1.5wt%とするのは、0.1wt%未満では要求強度が得られず、また1.5wt%を超えるBeを含有すると導電性が著しく劣化する。そのためBeの含有量の上限を1.5wt%とする。

【0009】 その上、副成分としてZn, P, Sn, As, Cr, Mg, Mn, Sb, Fe, Co, Al, Zr, Ti, Ag, Pb, B, Ni, Si, ランタノイド系元素はCu中に析出、または固溶し強度を向上させる元素であるが、その添加量を0.001~3.0wt%とするのは、0.001wt%未満ではその効果がなく、逆に3.0wt%を超えると強度は向上するものの導電性が著しく劣化し、また製造性も劣化するからである。

【0010】 さらに、溶体化処理温度を600℃以上とするのは、600℃未満では溶体化が不十分であり、その後の時効処理で高強度の材料が得られないからである。その後の冷却速度を1℃/秒以上とするのは、1℃/秒以下の冷却速度ではBeの析出反応が起こり、その後の加工性が劣化するためである。

【0011】 その後加工度20%以上で冷間加工を行なうのは、強度を向上させるためであり、20%未満では目標とする硬度は得られないからである。また、250~500℃で時効処理を行なう理由は250℃未満では目標とする強度を得るためには時間がかかりすぎ、また500℃を超える温度で時効処理を行なうと析出するBe量が少なく、十分な硬度および熱伝導性が得られないからである。

## 【0012】

【実施例】 次に、本発明に係る高強度高熱伝導性プラスチック成形金型用銅合金を評価した結果について比較合金と併せて説明する。

【0013】 表1の成分の合金を熱間鍛造したのち20mm厚さに皮削りを行ない、その後溶体化処理を適宜行なった。その後冷間加工を行ない、時効処理を行なった。

【0014】 こうして得られた材料から引張試験、シャ

ルビー衝撃試験および熱伝導率測定用の試験片を採取した。そして、各合金について室温および300℃における特性値を測定した結果を表1に示す。

【0015】

【表1】

【0016】表1から明らかなように、本発明合金が良好な高温強度、熱伝導性、耐衝撃性を有しているのに対し、比較合金のNo. 12は溶体化処理温度が低すぎて十分な強度が得られず、耐衝撃性も低いことが判る。またNo. 13は冷却速度が遅すぎて同様に十分な強度、耐衝撃性が得られない。同様にNo. 14は冷間加工度が低すぎるため十分な強度、耐衝撃性が得られない。さらにNo. 15は時効温度が低いため10時間という長い時間時効しても十分な強度、耐衝撃性が得られない。反対にNo. 16は時効温度が高すぎるため固溶するB

eが多すぎ熱伝導率が低い。さらにNo. 17はBe量が少ないため十分な強度、耐衝撃性が得られない。またNo. 18は副成分が多すぎるため強度、耐衝撃性は十分であるが熱伝導率が低い結果となった。

【0017】

【発明の効果】以上説明した本発明合金は高強度で高温強度に優れ、耐衝撃性も優れており、また熱伝導率も高いためプラスチック成形の所要時間が大幅に短縮で生産性の向上が期待できる効果は大きい。さらに本発明の製造方法によれば、溶体化が十分であり、その後の時効処理で高強度の材料が得られ、かつ加工性が良好なプラスチック成形金型用材料が得られ、さらに加工度20%以上で冷間加工を行なうから、目標とする高い硬度が容易に得られる。また250～500℃で時効処理を行なうから、十分な硬度および熱伝導性が得られる。

【表1の1】

\* Cal/cm<sup>2</sup>sec<sup>2</sup>℃

		化学成分(wt%)		溶体化処理条件		加工度 (%)	時効処理条件		室 温				300℃
		Be	副成分	温度 (℃)	冷却 速度 (℃/θ)		温度 (℃)	時間 (hr)	引張強さ (Kg/mm <sup>2</sup> )	0.2%耐力 (Kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	熱伝導率 (*)	シャルピー 衝撃値 (Kg・m/cm <sup>2</sup> )
本 発 明 合 金	1	0.4	—	700	10	40	420	3	88	66	17	0.48	15.1
	2	0.4	2.1Zn 0.6Sn	700	10	40	420	3	91	82	19	0.39	14.5
	3	0.4	0.2Ni 0.006P	700	10	40	420	3	93	84	18	0.45	15.8
	4	0.4	0.05Cr 0.03Zr	700	10	40	420	3	94	84	19	0.48	16.0
	5	0.4	0.05Ti	700	10	40	420	3	98	88	19	0.42	19.4
	6	0.4	1.1Fe 0.2Co	700	10	40	420	3	91	82	18	0.42	15.5
	7	0.4	0.006As 0.6Al	700	10	40	420	3	90	81	19	0.38	16.1
	8	0.4	0.06Ag	700	10	40	420	3	90	82	19	0.48	13.4

【表1の2】

\* Cal/cm<sup>2</sup>·sec·°C

	化学成分(wt%)		溶体化処理条件		加工度		時効処理条件		室温				300°C
	B e	副成分	温度 (°C)	冷却 速度 (°C/分)	(%)	温度 (°C)	時間 (hr)	引張強さ (Kg/mm <sup>2</sup> )	0.2%耐力 (Kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	熱伝導率 (*)	シャルピー 衝撃値 (Kg·m/cm <sup>2</sup> )	
本 発 明 合 金	9	0.8 0.2Mn 0.005Sb	800	10	40	420	3	81	82	18	0.45	17.3	
	10	0.8 0.005Pb 0.13B	800	10	40	420	3	90	81	18	0.42	17.1	
	11	0.8 1.2Ni 0.2Si 0.003Ce	800	10	40	420	3	96	87	19	0.48	20.2	
	12	0.4	—	550	10	40	420	3	62	49	18	0.45	10.6
比 較 例	13	0.4	—	700	0.5	40	420	3	65	52	17	0.48	11.4
	14	0.4	—	700	10	10	420	3	70	56	23	0.48	11.7
	15	0.4	—	700	10	40	200	10	59	47	18	0.40	10.1
	16	0.4	—	700	10	40	550	3	69	55	18	0.33	12.2
	17	0.05	—	700	10	40	420	3	61	48	18	0.48	10.5
	18	0.4	5.0Mn	700	10	40	420	3	92	83	18	0.18	16.1